

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hiroshi FUJITA

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: DEVICE FOR DETECTING THREE-DIMENSIONAL SHAPES OF ELONGATED FLEXIBLE BODY

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
Application No. _____ Date Filed _____
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-042949	February 20, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) _____
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月20日
Date of Application:

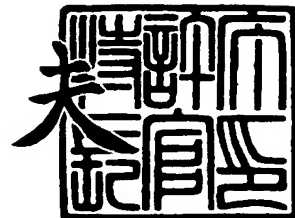
出願番号 特願2003-042949
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-042949]

出願人 富士写真光機株式会社
Applicant(s):

2004年 1月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2004-3004239

【書類名】 特許願

【整理番号】 FJ14170

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 1/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士写真光機株式会社内

【氏名】 藤田 寛

【特許出願人】

【識別番号】 000005430

【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089749

【弁理士】

【氏名又は名称】 影井 俊次

【電話番号】 03-5339-7248

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007526

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 長尺可撓部材の三次元形状検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 長尺可撓部材に形成した通路内に挿入され、一定のピッチ間隔をもって複数の屈折率変化部を形成した 2 本のファイバブラッググレーティングを対として、このファイバブラッググレーティング対を 2 組設けた可撓性のあるセンサケーブルと、

前記各ファイバブラッググレーティングに前記屈折率変化部に対する Bragg 波長を含む信号光を出射する光源部と、

前記各ファイバブラッググレーティングの前記各屈折率変化部からの反射回折光を受光して、この反射回折光の波長と屈折率変化部の基準となる反射回折光の波長とを比較して、前記各屈折率変化部の歪みを測定することによって、前記長尺可撓部材の三次元的な形状を検出する信号処理部とを備える構成としたことを特徴とする長尺可撓部材の三次元形状検出装置。

【請求項 2】 前記光源部は、所定の波長帯域を有する信号光を出射するものであり、また前記ファイバブラッググレーティングにおける各屈折率変化部はそれぞれ異なる Bragg 波長に対して反射回折光を発生させるものであり、さらに前記信号処理部はこれら各反射回折光の基準波長からの波長シフト量に基づいて前記各屈折率変化部の歪みを検出するものであることを特徴とする請求項 1 記載の長尺可撓部材の三次元形状検出装置。

【請求項 3】 前記光源ユニットからは低コヒーレンス光からなる信号光を出射するものであり、また前記ファイバブラッググレーティングにおける各屈折率変化部は同じ Bragg 波長に対して反射回折光を発生させるものであり、さらに前記信号処理部は前記各々の屈折率変化部からの反射回折光と参照光とを干渉させる干渉計と、この干渉計による干渉光の強度に基づいて前記各屈折率変化部の歪みを検出するものであることを特徴とする請求項 1 記載の長尺部材の三次元形状検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】



【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば内視鏡の挿入部を体腔内に挿入した状態で、その曲がり形状を検出する等、長尺可撓部材の三次元的な形状及び状態を検出するための装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

例えば、下部消化管用の内視鏡においては、その挿入部は直腸、S字結腸、下部結腸、横行結腸、上行結腸等というように、三次元的な曲がりのある複雑な経路に挿入されることになる。しかも、これらの経路は安定した状態に保持されているのではなく、外力が加わると容易に変形する。このために、挿入部を経路に沿って挿入していく過程で、体腔壁に挿入部の先端が押し付けられて、それ以上進行させることができなくなる場合がある。このように、挿入部の挿入操作は極めて困難なものであり、また熟練を要すると共に、被験者に対する負担が著しく大きなものとなる。

【0003】

以上のことから、挿入部の体腔内への挿入状態での形状を三次元的に把握する装置は従来から種々提案されている。その一例として、2本の光ファイバを対として、これら2本の光ファイバの端面を斜めに切断して、相互に所定の開き角となるように接続したものをを用い、このファイバ端面の開き角を演算することによって、曲がり状態を検出するように構成したものが知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

また、患者が横たわるベッドに、同一直線上に同一方向に磁界を検出する少なくとも4つの単心コイルを並べたセンスコイルを井げた状に4組設置しておき、患者の体内に挿入される挿入部に設けた鉗子チャンネル内に例えば16個の互いに異なる高周波の駆動信号を生成するソースコイルを設けたプローブを挿入して、ソースコイルの磁界情報から各ソースコイルの空間位置座標を算出することによって、プローブが挿入されている鉗子チャンネルの、即ち挿入部の三次元的な形状を検出する方式も従来から知られている（例えば、特許文献2参照。）。

【0005】

【特許文献1】

特開平5-91972号公報（第3頁～第4頁、図3、図4）

【特許文献2】

特開2002-131009号公報（第4頁～第6頁、図1～図4）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、特許文献1のように、接合した光ファイバ対を用いる場合、挿入部において、ある1箇所の断面位置での曲がりを検出するために、4本の光ファイバ対が必要となり、長さ方向に接合部の位置を違えてそれぞれ4本の光ファイバ対を配置しなければならない。従って、挿入部の長さ方向における距離分解能を高くしようとする、つまり検出箇所を多くする場合には、極めて多数の光ファイバ対を設けなければならなくなる。一方、特許文献2においては、センスコイルを設けたベッドでなければ挿入部の形状を検出することができず、また患者が横たわる位置とセンスコイルの位置との間で位置調整が必要となり、さらに信号処理も複雑なものとなる等といった問題点がある。

【0007】

本発明は以上の点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、簡単かつコンパクトな構成で、複雑な信号処理を要することなく、長尺可撓部材の三次元形状を検出できるようにすることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

前述した目的を達成するために、本発明は、長尺可撓部材に形成した通路内に挿入され、一定のピッチ間隔で複数の屈折率変化部を形成した2本のファイバブラッググレーティングを対として、このファイバブラッググレーティング対を2組設けた可撓性のあるセンサケーブルと、前記各ファイバブラッググレーティングに前記屈折率変化部に対するBragg波長を含む信号光を出射する光源部と、前記各ファイバブラッググレーティングの前記各屈折率変化部からの反射回折光を受光して、この反射回折光の波長と屈折率変化部の基準となる反射回折光の波長

とを比較して、前記各屈折率変化部の歪みを測定することによって、前記長尺可撓部材の三次元的な形状を検出する信号処理部とを備える構成としたことをその特徴とするものである。

【0009】

ファイバブラッググレーティング (Fiber Bragg Greeting)、以下F B Gという) は、光ファイバのコア部に屈折率が変化する部位を設けたものであり、特定の波長の光をこの光ファイバに入射させると、この屈折率変化部で反射回折光が生じる。この特定の波長光がBragg波長である。そして、屈折率変化部に歪みがあると反射した光の波長が変化することになり、しかも歪みが大きければ大きいほど波長が大きくシフトする。従って、F B Gが曲げられると、Bragg波長の入射光の屈折率変化部からの反射回折光の波長が変化することから、この波長の基準波長に対するシフト量に基づいて曲げ角度を検出することができる。

【0010】

F B Gとして、一定のピッチ間隔をもって複数の屈折率変化部を形成したものを2本対として用い、このF B G対を2組設けることによって、センサケーブルを構成する。ここで、センサケーブルは長尺可撓部材に設けた通路内に挿通されるものであるから、可撓性を備えると共に、その断面形状は通路の断面形状に依存する。通路が非円形状、例えば四角形、楕円形等であれば、センサケーブルもそれに応じた形状とする。例えば、内視鏡の挿入部における処置具挿通チャンネル等の場合には、この処置具挿通チャンネルの通路断面は円形であるから、センサケーブルの断面形状も円形とする。そして、センサケーブルの断面において、X Y直交2軸を設定して、一方の対のF B GをX軸上に配置し、他方の対のF B GをY軸上に配置するのが望ましい。ただし、必ずしも直交2軸を設定しなければならないものではない。直交2軸上に配置した4本のF B Gにそれぞれ複数箇所設けられる屈折率変化部は、全て同一断面位置、または概略同一断面位置に存在させるのが望ましい。ただし、一方の対のF B Gと他方の対のF B Gとの位置をずらせるようにしても良い。

【0011】

センサケーブルを構成する各F B Gにはコア部に対する屈折率変化部は同じ屈

折率となるようにしたものを所定のピッチ間隔で設けるようにすることもでき、また軸線方向に屈折率が異なる屈折率変化部を設けるようにしても良い。ただし、センサケーブルの同じ断面位置における各FBGの屈折率変化部は同一の屈折率を有するものとする。コア部に対する屈折率差を違えると、Bragg波長もそれに応じて変化することになる。

【0012】

そこで、FBGに異なる屈折率変化部を設ける場合には、反射光は曲がりの度合いに関する情報と、FBGの位置に関する情報とが含まれる。そして、各Bragg波長の基準信号と、それぞれの波長における波長シフト量とからFBGの曲がり方向を検出することができる。従って、これらからセンサケーブルがどの方向にどのような曲がりをしているのかを把握することができる。この場合には、光源からFBGに入射される光は、前述した各Bragg波長を含んだものでなければならない。そこで、光源としては、各波長の合成光とするか、または波長毎に掃引するようにする。

【0013】

FBGに複数箇所設けた屈折率変化部を全て同じ屈折率とする場合には、各々の屈折率変化部の位置を検出する必要がある。このためには、例えば干渉計を用いて屈折率変化部の位置を検出することができる。つまり、光源からの入射光を参照光として、FBGに設けた各々の屈折率変化部で反射した反射回折光と同じ光路長として、これらの光の干渉させる干渉計を用いる。従って、この場合には、屈折率変化部毎に干渉作用を行わせることから、光源としては、低コヒーレンス光を出射するものとするのが望ましい。

【0014】

適用される長尺可撓部材としては、任意の方向に曲げ可能なものであり、かつセンサケーブルを挿通できる通路を有するものである。そして、この長尺可撓部材は視認が不可能な部位に挿入されるもの、例えば内視鏡の挿入部として好適に用いられる。従って、センサケーブルは挿入部に設けた処置具挿通チャンネル内に挿通され、センサケーブルの外径と処置具挿通チャンネルの内径とでは、センサケーブルの挿通操作に支障を来たさない程度であって、しかもできるだけ径差

を小さくするのが望ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について説明する。まず、図1にFBG1の構造を模式的に示す。同図において、1aはクラッド部、1bはコア部であり、クラッド部1a内にコア部1bが挿通されることにより光ファイバが構成される。FBG1は、コア部1bにおいて、屈折率が変化する部位、即ち屈折率変化部2が形成される。ここで、屈折率変化部2は所定の長さにならって屈折率が周期的に変化することになり、その全長がセンサ長となる。この光ファイバに、ある特定の波長であるBragg波長の光が入射されると、この屈折率変化部2で反射回折光が得られる。そして、光ファイバが真直ぐな状態、つまり基準状態から曲げられると、屈折率変化部2に歪みが生じて、センサ長が変化する。その結果、センサ長が伸びると反射回折光の波長は、基準状態での波長より長くなり、センサ長が短くなると反射回折光の波長が短くなるようにシフトする。しかも、歪みの度合いに応じて反射回折光の波長シフト量が変化する。

【0016】

そこで、図2に示したように、FBG1の長さ方向に所定のピッチ間隔Pをもって複数の屈折率変化部2a, 2b, 2c, …2nを設ける。しかも、これら各屈折率変化部2a, 2b, 2c, …2nにおける屈折率を異ならせると、図3に示したように、それぞれの屈折率変化部で反射回折光を生じるBragg波長が λ_1 , λ_2 , λ_3 , … λ_n と異なってくる。従って、光源3から $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長領域を含む信号光を4本のFBG1内に送り込むと、各屈折率変化部2a, 2b, 2c, …2nから波長が λ_1 , λ_2 , λ_3 , … λ_n の反射回折光が生じる。この反射回折光は、FBG1の長さ方向の位置信号と、曲がり方向及び曲がり度合いに関する信号とが含まれている。

以上のFBG1を4本用いて、この4本のFBG1を、図4及び図5に示したように、例えばゴム、軟性樹脂等の円柱状または円筒状の可撓性キャリア4の外周部またはその近傍位置に、それぞれ90°の角度をもって配置する。これによって、図5から明らかなように、相互に180°の角度を有する直交二軸X, Y

上に、それぞれ対となったFBG1a, FBG1b (Y軸を構成するファイバ対) と、FBG1c, FBG1d (X軸を構成するファイバ対) とを有するセンサケーブル5が構成される。そして、センサケーブル5の軸線方向において、各FBG1a~1dにおける各屈折率変化部2a, 2b, 2c, …2nはそれぞれ同じ断面位置に配置される。センサケーブル5は、光源3、カプラ6及び信号処理部7を内蔵した制御ユニット8に着脱可能に接続されるようになっている。

【0017】

そして、制御ユニット8の内部において、光源3からの信号光をカプラ6によってFBG1a~1dに分岐させて入射し、それらの各屈折率変化部からの反射回折光を信号処理部7に取り込んで所定の信号処理を行う。これによって、センサケーブル5が曲げられると、どの位置がどの方向にどの程度曲げられているかの検出を行うことができ、その三次元的な形状を認識できるようになる。なお、カプラ6に代えて光サーキュレータ等を用いることもできる。

【0018】

以上のセンサケーブル5は長尺可撓部材に設けた通路内に挿入されて、この長尺可撓部材の三次元的な形状を認識するために用いられる。長尺可撓部材の一例としては、例えば図6及び図7に示した内視鏡10がある。内視鏡10は、本体操作部11に体腔内への挿入部12が連結して設けられており、この挿入部12は本体操作部11への連結側から大半の長さ分は挿入経路に追従して任意の方向に曲がるようにした軟性部12aとなっており、この軟性部12aの先端にはアングル部12bが、さらにアングル部12bの先端には先端硬質部12cが連設されている。アングル部12bは、先端硬質部12cを所望の方向に向けるように遠隔操作で湾曲させるためのものである。アングル部12bを操作するために、本体操作部11にはアングル操作手段13が装着されている。

【0019】

挿入部12における先端硬質部12cには、周知のように、照明部14及び観察部15からなる内視鏡観察機構が装着されており、また鉗子等の処置具を挿通するための処置具挿通チャンネル16が設けられている。即ち、本体操作部11における挿入部12への連結部近傍に処置具導入部17が設けられ、また挿入部

12における先端硬質部12cにおける内視鏡観察機構の配置部には処置具導出部18が開口しており、処置具挿通チャンネル16は、処置具導入部17と処置具導出部18とを接続するように、曲げ方向に対して可撓性のあるチューブで構成される。センサケーブル5は、この処置具挿通チャンネル16内に挿通されて、挿入部12の体腔内での三次元的な形状を検出するために用いられる。ここで、挿入部12の三次元形状をより正確に検出するために、センサケーブル5の外径と処置具挿通チャンネル16の内径との径差は、センサケーブル5の挿入操作に支障を来たさない程度において、できるだけ小さくする。

【0020】

以上のことから、形状測定がなされる長尺可撓部材としては、内視鏡10の挿入部12がある。とりわけ、大腸鏡等のように、複雑に曲がっており、しかも外力によって容易に変形するような挿入経路に沿って挿入部12を挿入する操作を行う上で、この挿入部12の体腔内での三次元形状を認識することは、挿入操作の円滑化、迅速化にとって極めて有利であり、また被験者の苦痛軽減に資するところが大きい。

【0021】

而して、光源3からは $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長範囲を含む信号光が出射されるが、この信号光は直線偏光の光である。そして、図8に示したように、この信号光は光源光束分岐部20からビームスプリッタ21を透過させて、それぞれ4本設けた各FBG1a~1dの入射端面に分割入射される。各々のFBG1a~1d内においては、それぞれピッチ間隔P毎に設けた各屈折率変化部2a, 2b, 2c, ... 2nでそれぞれ波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots \lambda_n$ の光が回折反射する。この反射回折された戻り光はビームスプリッタ21で反射させて、反射光受光部22に取り込まれる。この反射光受光部22では、例えばスイッチング手段によって、FBG1aにおける各屈折率変化部2a~2n、FBG1bの各屈折率変化部2a~2nというように、FBG1a~1dからの反射回折光を順次時系列的に取り込まれる。

【0022】

前述のようにして得たFBG1a~1dからの反射回折光は、分光器23によ

って、各々の反射回折光のスペクトル分布を得る。ここで、基準となる屈折率変化部からの反射回折光、つまり屈折率変化部に曲げや歪み等がない場合のスペクトルは図9に実線で示したようになり、屈折率変化部が曲げられると、同図に点線または一点鎖線で示したスペクトルとなる。そこで、スペクトル解析部24において、各反射回折光のピーク値を検出して、それらと基準となる波長との差、つまり反射回折光のシフト量を求める。反射回折光の波長にシフトがなければ、換言すると基準となる反射回折光と実質的に同じであれば、FBG1a～1dは真直ぐな状態となっており、波長のシフトがあれば、センサケーブル5が曲がっていることを示す。例えば、FBG1a及びFBG1cでは+側に波長がシフトしており、FBG1b及びFBG1dでは-側に波長がシフトしているとする、FBG1a及びFBG1cは屈折率変化部が伸びており、つまり曲がった部位の外周側に位置していることになり、またFBG1b及びFBG1dでは屈折率変化部が縮んでおり、つまり曲がった部位の内周側に位置していることになる。しかも、曲げの曲率半径は、波長のシフト量に応じて変化する。即ち、波長のシフト量が大きくなればなるほど、曲がりの曲率半径が小さくなる。

【0023】

今、センサケーブル5において、FBG1aとFBG1bとでY軸を、またFBG1cとFBG1dとでX軸を構成するものとし、さらにセンサケーブル5の軸線方向をZ軸としたときに、図10に示した三次元座標軸が形成される。そこで、この三次元座標軸上にセンサケーブル5の形状、つまり曲げ方向及び曲がり度合いを表示する。

【0024】

このために、まず曲率演算部25において、FBG1a及びFBG1bの各屈折率変化部2a～2nにおける基準波長に対する波長シフト量をそれぞれ検出することによって、それぞれの屈折率変化部2a～2nの曲率を求めることができる。また、同様に、FBG1c及びFBG1dの屈折率変化部2a～2nの曲率が求められる。そして、センサケーブル5における前後の屈折率変化部間の間隔はPである。

【0025】



この曲率演算部 25 による演算結果を Y 軸湾曲形状演算部 26 において、F B R 1 a 及び F B R 1 b の各屈折率変化部の曲率と、前後の屈折率変化部間の間隔 P とから、図 10 において、Y 軸を含む Z 軸方向の平面 V F 上での F B R 1 a 及び F B R 1 b の軌跡を求められる。また、同様に、X 軸湾曲形状演算部 27 によって、F B R 1 c 及び F B R 1 d の各屈折率変化部の曲率と、前後の屈折率変化部間の間隔 P とから、X 軸を含む Z 軸方向の平面 H F 上での F B R 1 c 及び F B R 1 d の軌跡を求められる。

【0026】

そこで、これら Y 軸湾曲形状演算部 26 及び X 軸湾曲形状演算部 27 からのデータに基づいて三次元表示形状演算部 28 おいて、センサケーブル 5 の三次元形状に関するデータを求めることができる。このデータはセンサケーブル 5 の三次元形状のデータであるが、このセンサケーブル 5 は内視鏡 10 の挿入部 12 に設けた処置具挿通チャンネル 16 内に挿入されるものであるから、実質的に挿入部 12 の三次元形状を現している。従って、これをモニタ画面に挿入部 12 の体腔内における三次元形状として表現することができる。

【0027】

次に、図 11 に本発明における第 2 の実施の形態を示す。この実施の形態では、F B G 30 における屈折率変化部 31 は全て同じ屈折率を有するものであり、従って光源 32 からは実質的に単波長 λ からなる Bragg 波長の直線偏光の光が出射される。そして、ハーフミラー 33 によって、この光源 32 からの光を、F B G 30 に入射される信号光と、参照光とに分けるようにする。そして、信号光の光路には、ビームスプリッタ 34 が介在しており、信号光はこのビームスプリッタ 34 を透過して、F B G 30 に入射される。これにより、各屈折率変化部 31 から反射回折光が得られる。これらの反射回折光はビームスプリッタ 34 で反射して、波面合成用ビームスプリッタ 35 に入射される。

【0028】

ハーフミラー 33 で分けられた参照光は、反射ミラー 36 により光路を曲げられて、光路長可変手段 37 に入射されて、1/2 波長板 38 により偏光方向を変えるようにして、波面合成用ビームスプリッタ 35 に取り込まれる。ここで、光

路長可変手段 37 は、相互に 90° の角度を有する反射面 37a, 37b を有するものであり、図示しない駆動手段によって矢印方向に移動させることができるようになっている。これによって、参照光の光路長を FBG30 に設けた各々の屈折率変化部 31 からの反射回折光の光路長と一致させることができるようになっている。なお、光路長可変手段は前述のもののほか、例えばリトロリフレクタや直角プリズム型リフレクタ等で構成できる。

【0029】

従って、光路長可変手段 37 によって参照光の光路長を、FBG30 における各々の屈折率変化部 31 からの反射回折光の光路長と順次一致させるように調整する。そして、波面合成用ビームスプリッタ 35（若しくは光サーキュレータ）において、FBG31 からの反射回折光は透過し、参照光が反射することになって、これら 2 つの波面が合成されて、その間で干渉作用が生じる。そこで、干渉縞をカメラ 39 に結像させて、この干渉縞情報に基づいて各屈折率変化部 31 の曲がり度合いを検出することができる。つまり、屈曲量が大きいほど、干渉縞信号が小さくなる。従って、前述した第 1 の実施の形態と同様、4 本の FBG を装着したセンサケーブルを構成することによって、内視鏡 10 の挿入部 12 等といった長尺可撓部材の三次元形状を測定することができる。しかも、干渉縞情報に基づいて屈折率変化部 31 の曲がりを検出しているので、4 本の FBG の反射回折光を分光し、スペクトルの解析を行う等の処理が必要ではなくなる。

【0030】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、簡単かつコンパクトな構成で、複雑な信号処理を要することなく、長尺可撓部材の三次元形状を検出できる等の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明で使用するファイバブラッググレーティング (FBG) を構成する屈折率変化部の構成説明図である。

【図 2】

ファイバブラッググレーティングの全体構成を示す説明図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施の形態におけるファイバブラッググレーティングの屈折率変化部による反射回折光を取得している状態を示す説明図である。

【図 4】

センサケーブルと制御ユニットとの構成説明図である。

【図 5】

センサケーブルの構成説明図である。

【図 6】

センサケーブルにより三次元形状が検出される長尺可撓部材の一例としての内視鏡の全体構成図である。

【図 7】

内視鏡の挿入部の処置具挿通チャンネル内にセンサケーブルを挿入した状態を示す説明図である。

【図 8】

センサケーブルの三次元形状の検出機構を示す概略構成図である。

【図 9】

屈折率変化部からの反射回折光の波形を示す線図である。

【図 10】

センサケーブルの三次元形状を表示する画像を構築するために設定される三次元座標軸上に各ファイバブラッググレーティングの軌跡を示す説明図である。

【図 11】

本発明における第 2 の実施の形態を示すセンサケーブルの三次元形状の検出機構を示す概略構成図である。

【符号の説明】

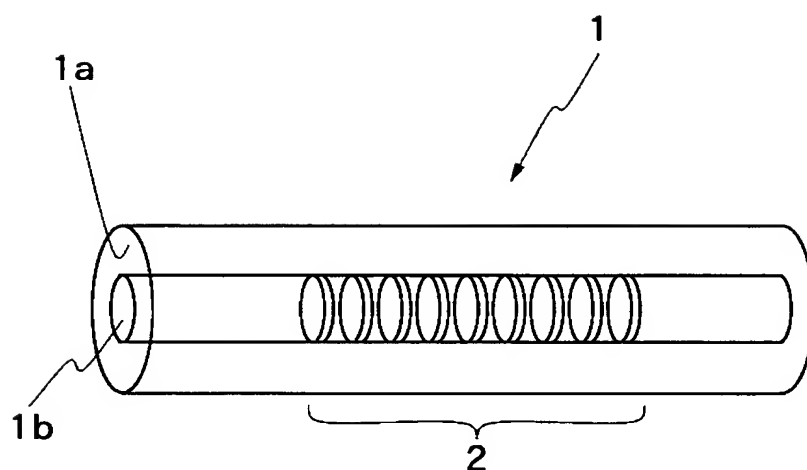
- 1, 30 FBG
- 1a クラッド部 1b コア部
- 2, 2a ~ 2n, 31 屈折率変化部
- 3, 33 光源 5 センサケーブル

- 7 信号処理部 1 0 内視鏡
- 1 2 挿入部 1 6 処置具挿通チャンネル
- 2 0 光源光束分岐部
- 2 1, 3 4 ビームスプリッタ
- 2 2 反射光受光部 2 3 分光器
- 2 4 スペクトル解析部
- 2 5 曲率演算部
- 2 6 Y軸湾曲形状演算部
- 2 7 X軸湾曲形状演算部
- 2 8 三次元表示形状演算部
- 3 5 波面合成用ビームスプリッタ
- 3 7 光路長可変手段 3 9 カメラ

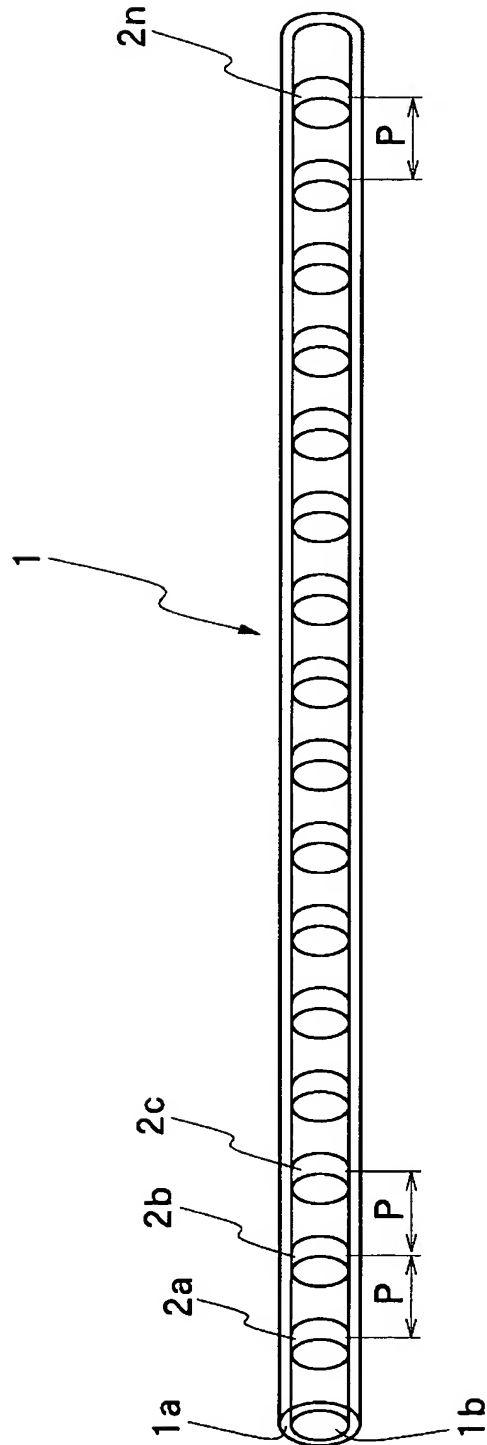
【書類名】

図面

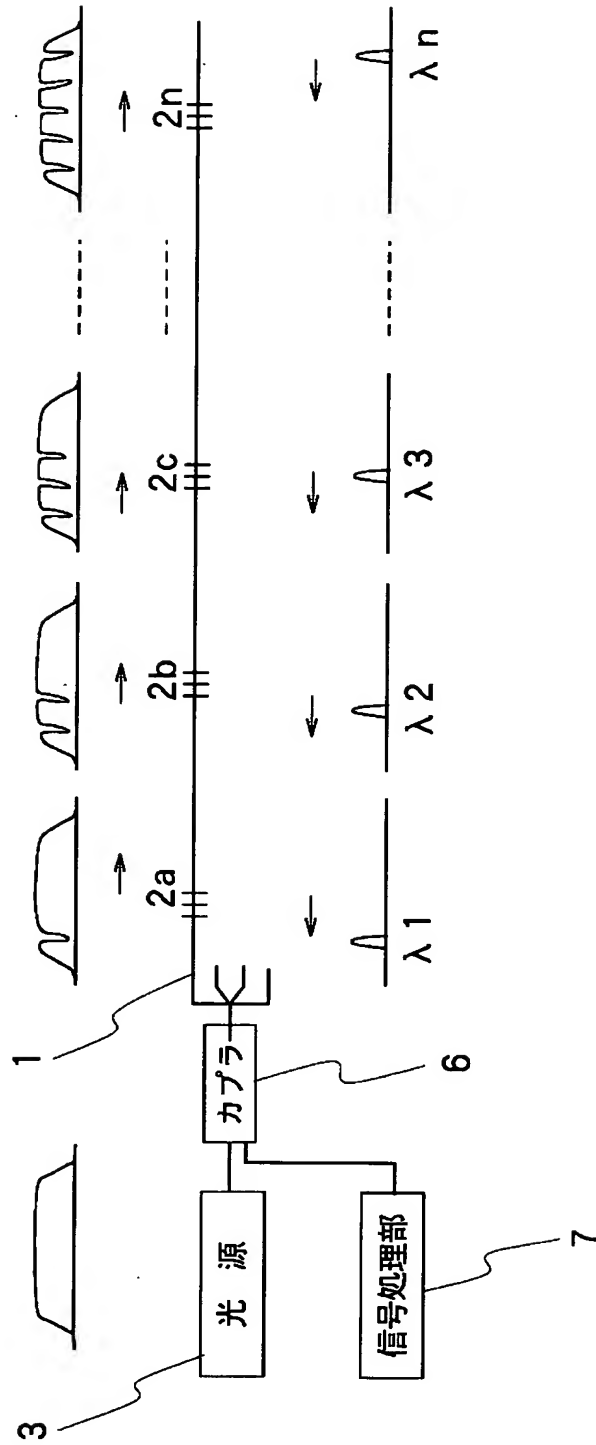
【図 1】



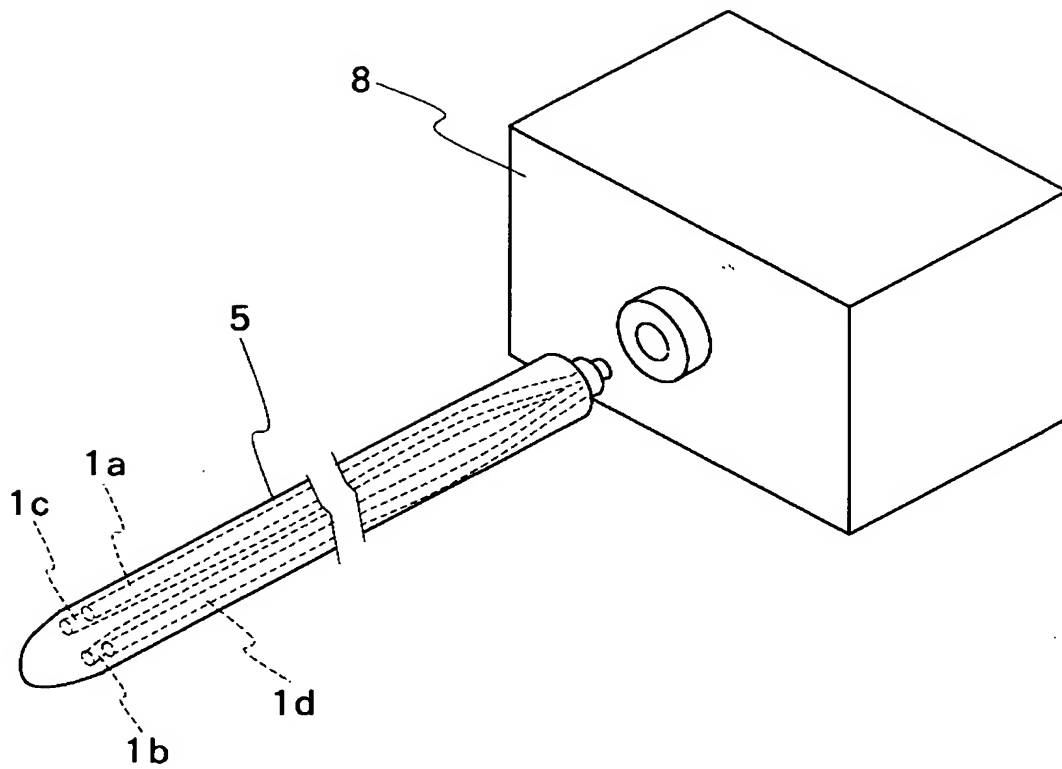
【図 2】



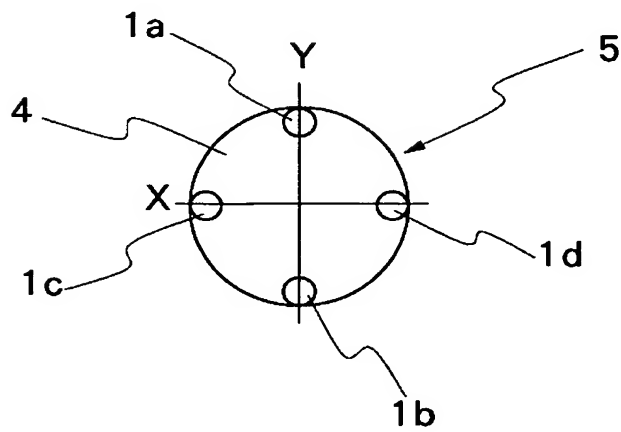
【図 3】



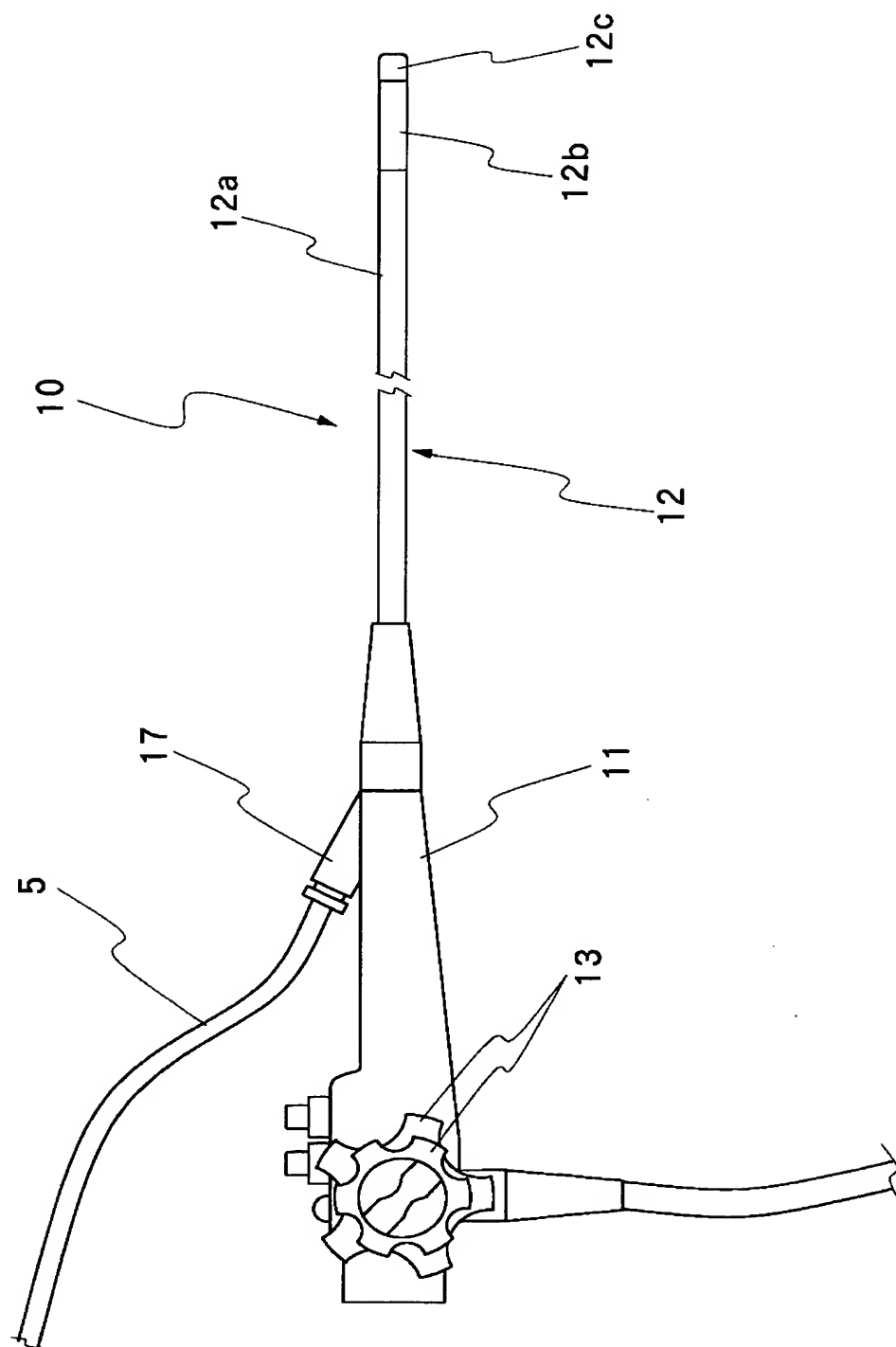
【図 4】



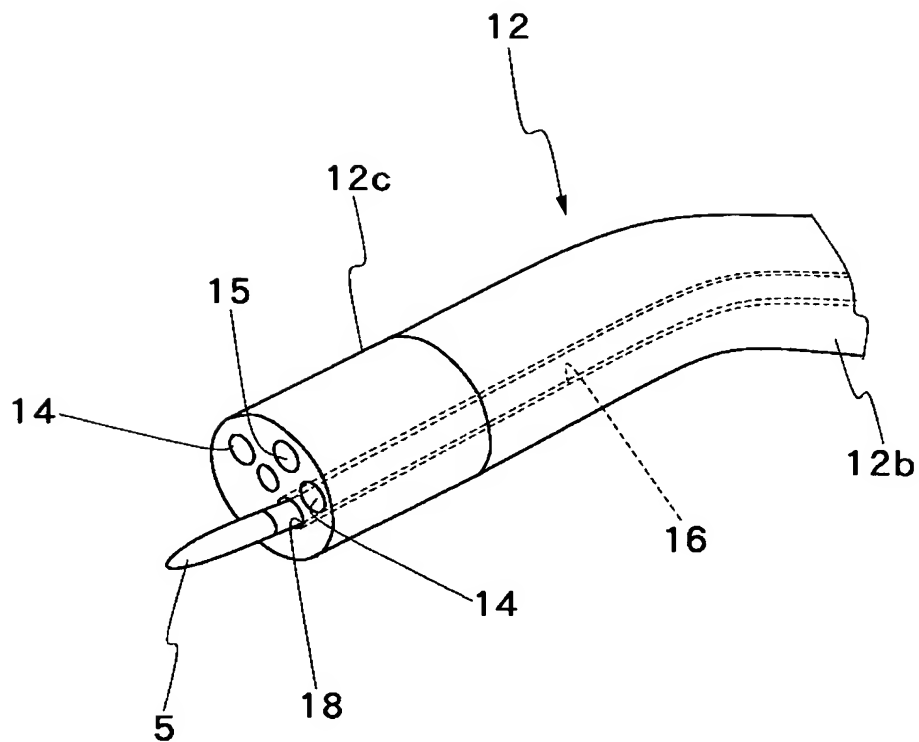
【図 5】



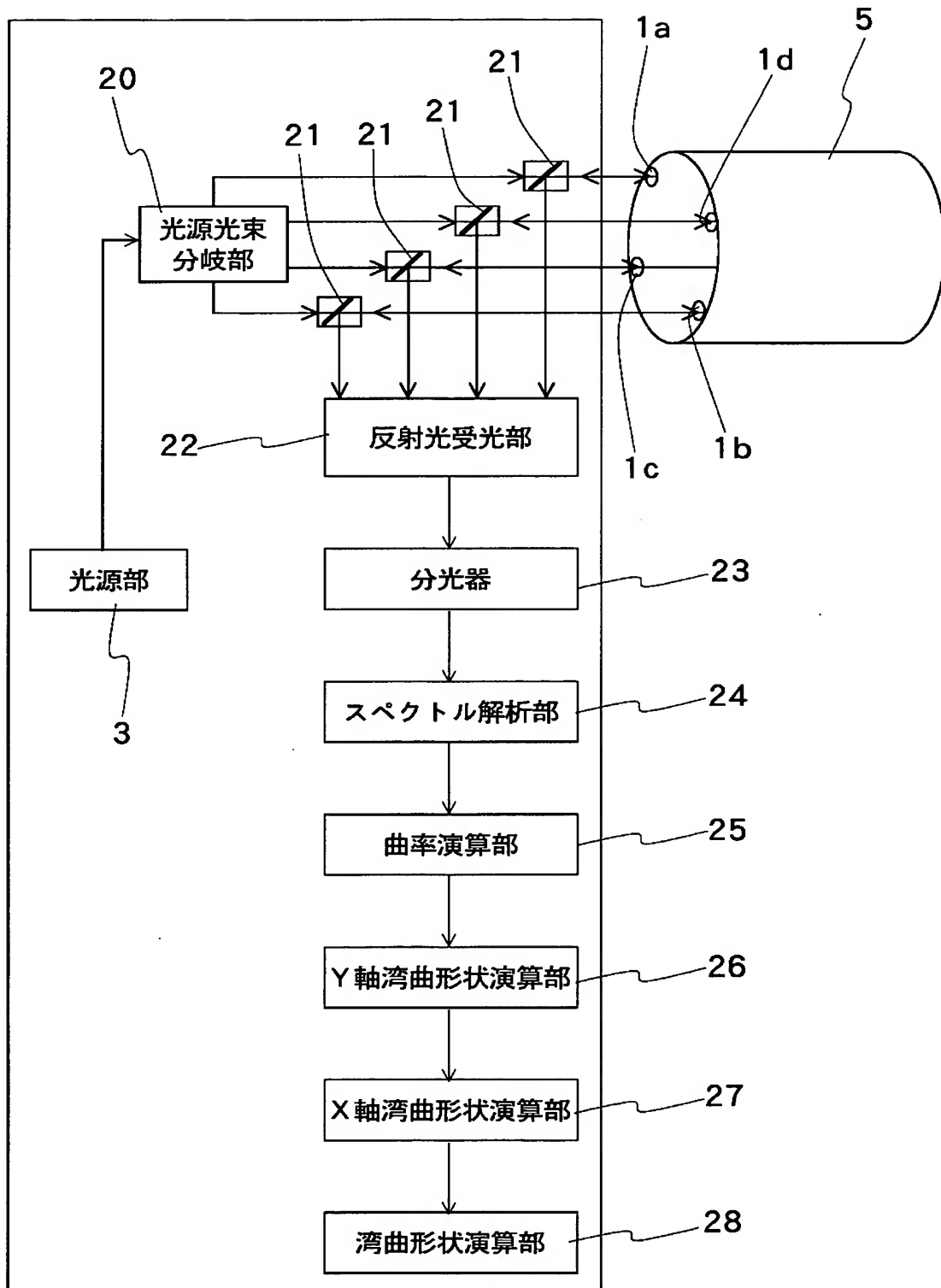
【図 6】



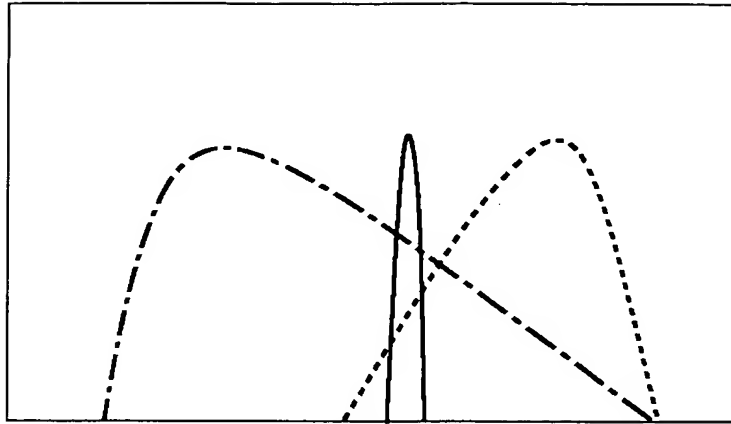
【図 7】



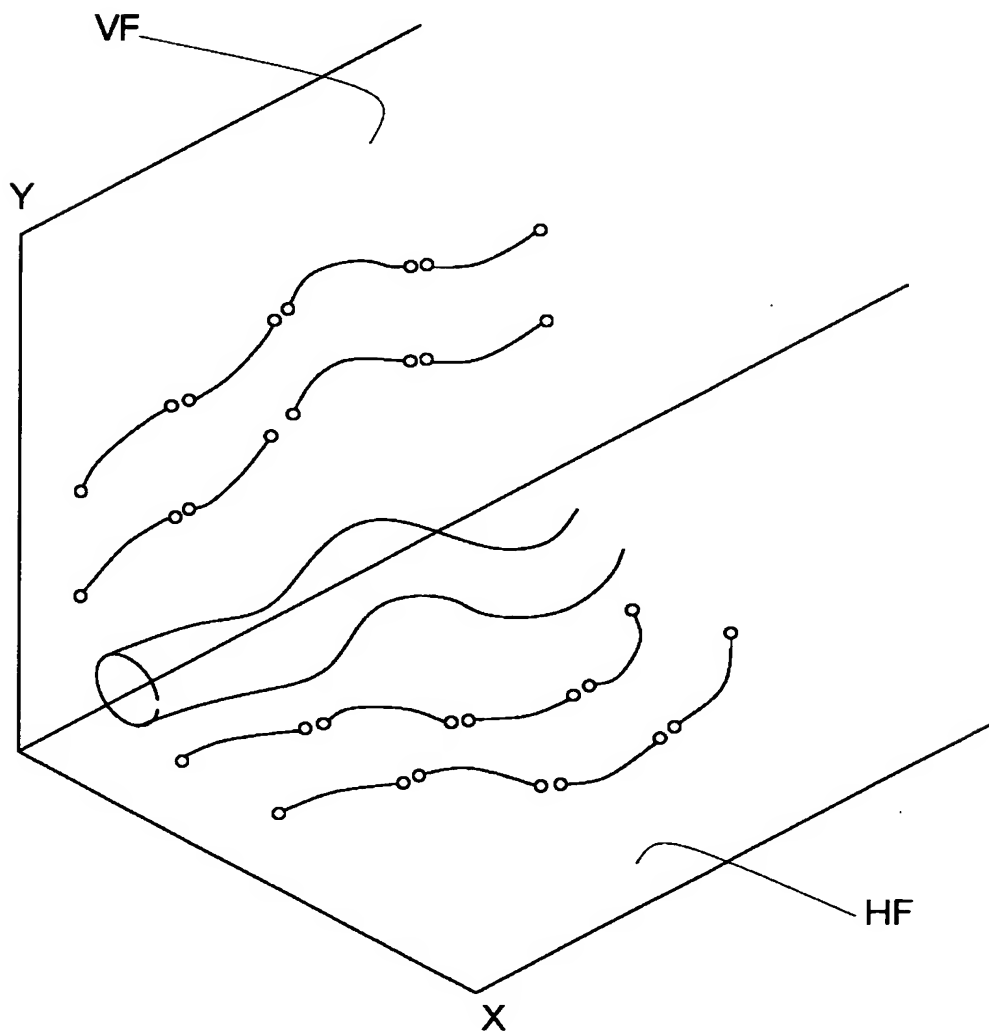
【図 8】



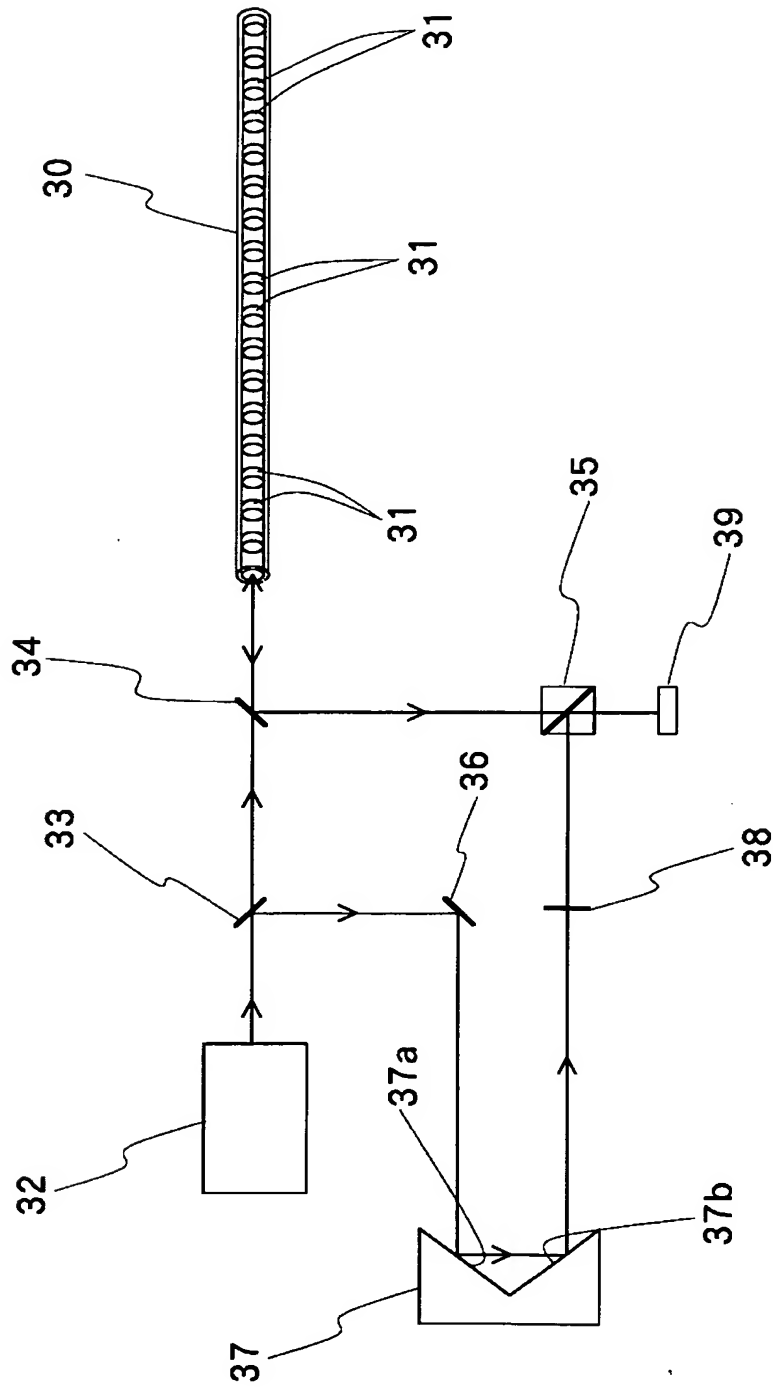
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単かつコンパクトな構成で、複雑な信号処理を要することなく、長尺可撓部材の三次元形状を検出できるようにする。

【解決手段】 長さ方向に所定のピッチ間隔 P をもって複数の屈折率変化部 $2a$, $2b$, $2c$, $\dots 2n$ を設けた F B G $1a \sim 1d$ を上下及び左右に 4 本可撓性キャリア 4 に装着して、光源 3 から $\lambda 1 \sim \lambda n$ の波長領域を含む信号光を 4 本の F B G $1a \sim 1d$ 内に送り込むことにより各屈折率変化部 $2a \sim 2n$ からの反射回折光が生じさせるが、この反射回折光は、F B G $1a \sim 1d$ の長さ方向の位置信号と、曲がり方向及び曲がり度合いに関する信号とが含まれるので、それらの軌跡に基づいてセンサケーブル 5 の三次元形状を検出する。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 4 2 9 4 9
受付番号	5 0 3 0 0 2 7 4 5 6 4
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 5 年 2 月 2 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 2月20日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 4 2 9 4 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 4 3 0]

1. 変更年月日 2 0 0 1 年 5 月 1 日
[変更理由] 住所変更
住 所 埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地
氏 名 富士写真光機株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 1 日
[変更理由] 住所変更
住 所 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地
氏 名 富士写真光機株式会社